

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-118773

(43)Date of publication of application : 30.04.1999

(51)Int.Cl.

G01N 29/10  
H02G 1/06

(21)Application number : 09-293553

(71)Applicant : MITSUBISHI CABLE IND LTD

(22)Date of filing : 08.10.1997

(72)Inventor : KAMIBAYASHI HIROYUKI  
ASHIDA TETSUYA  
KATO HIROSHI

## (54) METHOD FOR DIAGNOSING TREEING DEGRADATION

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for diagnosing a treeing degradation for non-destructively examining presence or absence of occurrence, and occurring state of a treeing even during a cable operating without disassembling the cable.

SOLUTION: The method for diagnosing treeing degradation diagnoses the state of the treeing degradation of an electric insulation layer in a cable obtained by covering a conductor with a coating layer containing the insulating layer. The method comprises the steps of (1) previously obtaining the relationship between an ultrasonic wave reflecting time and a treeing position in the case of emitting the wave from an outer peripheral surface of the cable toward a central direction of the cable, and (2) measuring the wave reflecting time at the cable to be diagnosed and obtaining a position of the treeing from the value and relationship obtained in the step (1) to diagnose the state of the treeing degradation of the insulating layer.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-118773

(43) 公開日 平成11年(1999) 4月30日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 1 N 29/10

H 0 2 G 1/06

識別記号

5 0 6

F I

G 0 1 N 29/10

H 0 2 G 1/06

5 0 6

Q

審査請求 未請求 請求項の数 3 F D (全 4 頁)

(21) 出願番号

特願平9-293553

(22) 出願日

平成9年(1997)10月8日

(71) 出願人 000003263

三菱電線工業株式会社

兵庫県尼崎市東向島西之町8番地

(72) 発明者 上林 裕之

兵庫県尼崎市東向島西之町8番地 三菱電  
線工業株式会社内

(72) 発明者 芦田 哲哉

兵庫県尼崎市東向島西之町8番地 三菱電  
線工業株式会社内

(72) 発明者 加藤 寛

兵庫県尼崎市東向島西之町8番地 三菱電  
線工業株式会社内

(54) 【発明の名称】 トリー劣化診断方法

(57) 【要約】

【課題】 ケーブルを解体することなく、ケーブル運転中においても非破壊的にトリーの発生の有無および発生状況を調査できるトリー劣化診断方法を提供することを目的とする。

【解決手段】 本発明のトリー劣化診断方法は、導体を電気絶縁層を含む被覆層にて被覆してなるケーブルにおいて電気絶縁層のトリー劣化の状態を診断する方法であって、(1) ケーブル外周表面からケーブル中心方向へ超音波を照射した場合の超音波反射時間とトリーの位置との関係を予め求めておき、(2) 診断対象となるケーブルにおける超音波反射時間を測定し、その値と(1) で求められた関係とからトリーの位置を求めて、電気絶縁層のトリー劣化の状態を診断するものである。

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 導体を電気絶縁層を含む被覆層にて被覆してなるケーブルにおいて電気絶縁層のトリリー劣化の状態を診断する方法であって、(1) ケーブル外周表面からケーブル中心方向へ超音波を照射した場合の超音波反射時間とトリリーの位置との関係を予め求めておき、

(2) 診断対象となるケーブルにおける超音波反射時間を測定し、その値と(1)で求められた関係とからトリリーの位置を求めて、電気絶縁層のトリリー劣化の状態を診断することを特徴とするトリリー劣化診断方法。

【請求項 2】 導体を電気絶縁層を含む被覆層にて被覆してなるケーブルにおいて、電気絶縁層はケーブル最外層である請求項 1 記載のトリリー劣化診断方法。

【請求項 3】 超音波の周波数が 1～50MHz である請求項 1 または請求項 2 記載のトリリー劣化診断方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、ケーブルの絶縁層におけるトリリー劣化の状況を診断することができるトリリー劣化診断方法に関するものである。

## 【0002】

【従来技術および発明が解決しようとする課題】ケーブルの電気絶縁層においては、樹木状の劣化形態（以下トリリーともいう）が発生することが知られている。このトリリーとしては、電気絶縁層の局部的欠陥部に高電界が集中して生じる電気トリリー、または、電気絶縁層に侵入した水分に電界が集中して生じる水トリリー、または、電気絶縁層に侵入した硫化水素と導体の銅とが反応して生じる化学トリリーが一般的に知られている。

【0003】上記トリリーが発生した場合、電気絶縁層における電気特性、特に絶縁破壊電圧特性が著しく低下し、その結果ケーブルの寿命を低下させるという問題が生じる。そのため、ケーブルの電気絶縁層に発生したトリリーを早期に発見することはケーブル寿命を予測する上で重要である。

【0004】ところで、上記トリリーは、主に電気絶縁層と導体との界面部分又は電気絶縁層中の局部的欠陥部を起点としてケーブル外周方向に向かって放射状に発生、成長していくことが多い。このようなトリリーをケーブル外部から観察することは困難であり、さらに絶縁体が着色されているなどの理由からケーブルが不透明な場合にはケーブル外部からの観察は不可能である。よって、現状では、トリリーを観察するにはケーブルを解体しなければならず、実稼働中のケーブルについては絶縁体のトリリー発生の有無及び発生状況を観察することは不可能であった。

【0005】本発明は、上記課題を解消するためになされたものであり、ケーブルを解体することなく、ケーブル運転中においても非破壊的にトリリーの発生の有無および発生状況を調査できるトリリー劣化診断方法を提供する

ものである。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は以下に示す方法によって上記課題を解消するものである。即ち、本発明の方法とは、導体を電気絶縁層を含む被覆層にて被覆してなるケーブルにおいて電気絶縁層のトリリー劣化の状態を診断する方法であって、(1) ケーブル外周表面からケーブル中心方向へ超音波を照射した場合の超音波反射時間とトリリーの位置との関係を予め求めておき、(2) 診断対象となるケーブルにおける超音波反射時間を測定し、その値と(1)で求められた関係とからトリリーの位置を求めて、電気絶縁層のトリリー劣化の状態を診断することを特徴とするトリリー劣化診断方法である。

【0007】即ち、本発明では超音波を用いるが、超音波は照射開始点の物質中を伝播する間にそれと異なる物質面に当たるとその界面で反射される性質を有している。本発明は、超音波の上記の性質を利用してトリリー発生の有無およびその発生状況を調査するものである。

【0008】更に詳しく説明すると、診断対象となるケーブルにおいて被覆層はほぼ一定の厚さを有しているもので、ケーブル外周からケーブル中心（導体）方向へ超音波を照射した場合に超音波が反射して戻ってくるまでの時間はほぼ一定である。ところが、被覆層の電気絶縁層中にトリリーが発生した場合、ケーブル外周から照射した超音波はトリリーで反射して戻ってくるため、その時間が短縮する。この時間からケーブル外周からトリリーまでの距離がわかるので、この距離と被覆層厚さからトリリーの位置を算出することができる。このように、本発明者らは、ケーブルの被覆層がポリエチレンなどの有機高分子からなるのに対し、一方、トリリーは上記のように有機高分子とは異なる物質から形成されていることに着目して本発明に示す非破壊的なトリリー劣化診断方法を開発し、上記課題を解消したのである。

## 【0009】

【発明の実施の形態】本発明の診断方法の診断対象となるケーブルは、導体を電気絶縁層を含む被覆層にて被覆してなるケーブルであれば特に制限はなく、導体は単線導体、または燃線導体であってもよい。被覆層は電気絶縁層を含むのであれば特に制限はなく、電気絶縁層のほかに内部半導電層、外部半導電層、シース層を有するものであってもよいが、診断の精度の点から特に、被覆層の最外層即ちケーブルの最外層が電気絶縁層であることが好ましい。

【0010】本発明においては上記ケーブルのトリリー劣化の状況を診断する。その診断方法を以下に詳細に説明する。本発明においては、まず、ケーブル外周表面からケーブル中心方向へ超音波を照射した場合の超音波反射時間とトリリーの位置との関係を予め求めておく。超音波反射時間はケーブルの被覆層材料によって変わるので、本発明においては、超音波反射時間はケーブルの被覆層

材料と同じ材料を用いた試料にて測定するのが好ましく、例えば、ケーブルの被覆層材料と同じ材料を用いてシート状の試料を作製し、この試料について超音波反射時間を測定することが好ましい。

【0011】本発明においては、例えば、上記のシート状の試料であってシートの厚さを被覆層と同じ厚さにした試料に実際にトリーを発生させ、トリーを成長させていくことによってトリーの位置と超音波反射時間との関係を求めてもよい。また、上記シート状試料において、その厚さを被覆層の厚さより少なくなるよう変えたものを幾つか作製し、これら試料について超音波反射時間を測定することによって、トリーの位置と超音波反射時間との関係を求めてもよい。この場合、試料の厚さと被覆層の厚さとの差をトリー位置とみなしている。なお、トリー位置は、トリーの形状及び発生の起点がどのようなものであれ、トリーが最も被覆層の外周表面に近い部分を示し、例えば導体と電気絶縁層との界面を起点として発生して被覆層表面に向かって成長したようなトリーの場合には、トリー位置はトリー上端部から被覆層外周表面までの距離となる。

【0012】上記各種試料における超音波反射時間は、市販の超音波探触子等を用いて測定すればよく、例えば、上記シート状の試料を平板上に配置して該試料の表面に超音波探触子の超音波発信子及び受信子押し当て、超音波が発信されてから受信されるまでの時間を測定する。なお、上記測定の際、超音波の周波数は超音波の周波数は診断の精度の点から特に1～50MHz程度が好ましい。

【0013】上記のようにトリーの位置と超音波反射時間との関係を求めた後、次に、トリー劣化の診断対象となるケーブルにおける超音波反射時間を測定する。この測定においても市販の超音波探触子等を用いてもよいが、超音波発信子及び受信子、または、超音波発信子及び受信子を一体化させた測定端子は、ケーブルとの接着性を高めるため直径5～20mm程度の小型のものをを用いることが好ましい。また、超音波の周波数は診断の精度の点から特に1～50MHz程度が好ましく、診断の精度の点から特に上記試料における測定の周波数と同様の値にすることが好ましい。

【0014】ケーブルにおける超音波反射時間の測定は、超音波発信子及び受信子を一体化させた測定端子をケーブルの外周表面に接触させ、ケーブル中心部に向けて超音波を発信し、超音波が発信されてから受信されるまでの時間を測定する。そして、上記診断対象となるケーブルにおける超音波反射時間の値、及び、先に求められた超音波反射時間とトリー位置との関係の両者を比較することによって、ケーブルにおけるトリーの位置を求めることができる。そして、ケーブルの円周方向及び／又は長手方向の適宜の箇所において、上記と同様の測定にてトリー位置を求めていくことによって、ケーブルの

電気絶縁層におけるトリーの分布状況を把握でき、また、上記トリー位置から電気絶縁層の電気絶縁可能な厚さを把握することもでき、電気絶縁層のトリー劣化の状態を診断することができる。

【0015】上記測定において、超音波は異種材料との界面で反射するので、被覆層の電気絶縁層中にトリーが発生している場合には超音波はトリーで反射して戻り、トリーが発生していない場合には、超音波は被覆層の内周界面即ち導体で反射して戻るのが、超音波の周波数によっては被覆層において電気絶縁層と例えば内部半導電層などの他の層との界面で反射する場合もある。しかし、このような場合にも試料をケーブル被覆層と同じ条件で作製し、該試料についてケーブルにおける測定と同じ周波数で超音波反射時間を測定すれば、試料における超音波反射時間とトリー位置との関係から、ケーブルにおけるトリー劣化の状況を診断することができる。

【0016】

【実施例】以下に本発明のトリー劣化の診断方法の一例を挙げて具体的に説明する。本実施例において診断対象となるケーブルは、導体を電気絶縁層のみにて被覆してなるケーブルであって、導体は直径7.3mmの導線であり、該電気絶縁層はポリエチレンからなり、その厚さは1.2mmである。

【0017】本実施例においては、上記診断対象となるケーブルのケーブル外周表面からケーブル中心方向へ超音波を照射した場合の超音波反射時間とトリーの位置との関係を予め求めるに際し、上記ケーブルの電気絶縁層と同じ材料を用い、同じ厚さとしたシート状の試料を作製し、該試料に実際にトリーを発生させ、トリーを成長させていくことによってトリーの位置と超音波反射時間との関係を求めた。なお、上記試料において超音波反射時間を測定する際の超音波の周波数は10MHzとした。

【0018】上記試料に発生させたトリーは、シート状試料の下部界面から発生した樹木状の水トリーであった。図1に、この試料における樹木状トリーの長さ超音波反射時間との関係について図示する。図1からトリーの長さが長いほど超音波反射時間は小さくなっており、トリー長と超音波反射時間とは明確な反比例の関係を示していることがわかる。上記の場合、トリー位置は樹木状トリーの上端位置となるので、トリー位置と超音波反射時間との関係も図1から明らかである。

【0019】また、上記のことから、ケーブルの被覆層材料と同じ材料を用いて作製した試料については、わざわざトリーを発生成長させずとも、試料の厚さを変えて超音波反射時間を測定すれば、試料の厚さを被覆層の外周表面からトリー位置までの距離とみなすことができるので、トリー位置と超音波反射時間との関係を簡単に求めることができる。

【0020】本実施例においては、上記トリー位置と超

音波反射時間との関係を予め求めた後、診断対象となるケーブルにおける超音波反射時間を超音波の周波数 10 MHz で測定した。その結果、ケーブルにおける超音波反射時間は 120 ns であり、この値と、図 1 に示されたトリ位置と超音波反射時間との関係とから、ケーブルの電気絶縁層におけるトリ位置が導体から 0.6 mm の所であることが分かった。該トリ位置と電気絶縁層の厚さ 1.2 mm とから、このケーブルは今すぐ取り替える必要はないが、今後注意が必要であると考えられる。

【0021】

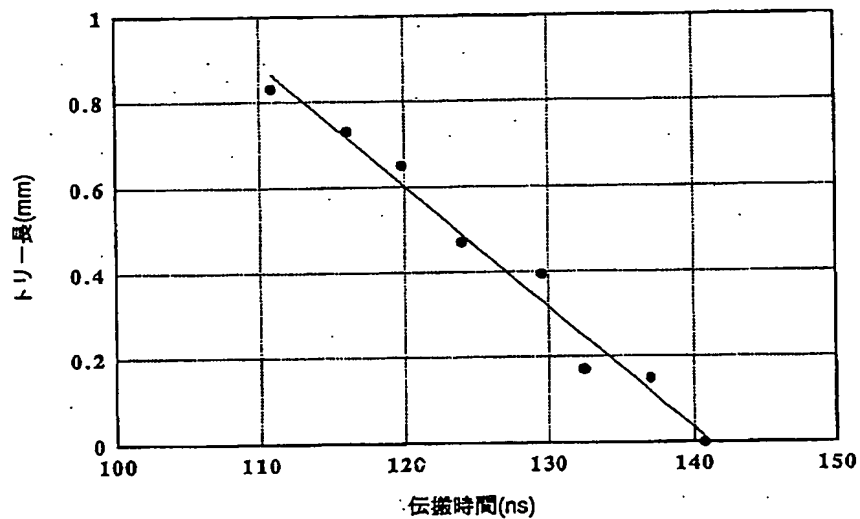
【発明の効果】本発明のトリ劣化診断方法は、導体を電気絶縁層を含む被覆層にて被覆してなるケーブルにおいて電気絶縁層のトリ劣化の状態を診断する方法であって、(1) ケーブル外周表面からケーブル中心方向へ

超音波を照射した場合の超音波反射時間とトリ位置との関係を予め求めておき、(2) 診断対象となるケーブルにおける超音波反射時間を測定し、その値と(1)で求められた関係とからトリ位置を求めて、電気絶縁層のトリ劣化の状態を診断することによって、ケーブルを解体することなく、ケーブル運転中においても非破壊的にトリの発生の有無および発生状況を調査することができる。また、導体を電気絶縁層を含む被覆層にて被覆してなるケーブルにおいて、電気絶縁層はケーブル最外層であることによって、トリ劣化診断の精度に優れる。また、超音波の周波数が 1~50 MHz であることによって、トリ劣化診断の精度に優れる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】超音波反射時間とトリ位置との関係の一例を示した図である。

【図 1】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**